

# Звуковий ряд та інтервали



Physics

Acoustics

Sound generation &amp; propagation



Рівень складності

легко



Розмір групи

-



Час підготовки

10 хвилини



Час виконання

10 хвилини

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/6460e32de77b7c0002339c55>

PHYWE

## Інформація для викладачів

### Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Предметом вивчення на уроках фізики є резонанси, тобто стоячі хвилі на вібруючій струні.

Невеликі числові співвідношення для резонансних частот, тобто для гармонійних інтервалів музичної шкали, є результатом спостереження резонансів.

## Додаткова інформація для викладачів (1/3)

PHYWE

### Попередні



Учням легше провести експеримент і зрозуміти його, якщо використовувані терміни знайомі з уроків музики.

Поняття гами має бути знайоме кожному, тоді як терміни для позначення інтервалів - це вже спеціалізовані знання з уроків музики.

### Принцип



У цьому експерименті учні відтворюватимуть музичні тони та експериментально визначатимуть, як ці тони утворюються.

## Додаткова інформація для викладачів (2/3)

PHYWE

### Мета



У цьому експерименті учні дізнаються про фізичні умови, за яких можна отримати чисте звучання гами.

### Завдання



1. Використовуйте бічну сторону А (другу сталеву сторону) гітари і грайте гаму, використовуючи лади на грифі.
2. Дослідіть, чи існує зв'язок між співвідношенням довжини струн нот і відповідним інтервалом.
3. Спробуйте налаштувати гітару з бічної сторони "ля" за допомогою камертона.

## Додаткова інформація для викладачів (3/3)

PHYWE

### Зауваження щодо виконання роботи

1. При постановці пальця на гриф потрібна обережність: палець потрібно міцно притиснути до грифа і він не повинен ковзати по грифу в бік звукового отвору, оскільки це призведе до зменшення довжини струни, а також до її демпфування.
2. Довжина струни  $l$  - це довжина вібруючої струни.
3. Налаштування струни буде цікавішим і простішим для учнів-музикантів. Цей експеримент також легше провести, якщо його виконуватимуть двоє учнів.
4. Монохорд додатково дозволяє підкласти під нього дерев'яний брусок в якості містка, а потім виміряти довжину струни в міліметрах або попередньо встановити ноти, що відображаються на екрані. Він оснащений двома струнами, які можна налаштувати на одну й ту ж саму тональність, що робить цей експеримент дуже простим у виконанні.

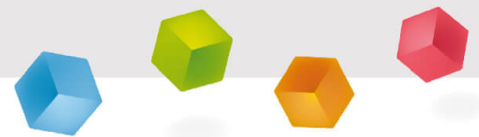
## Інструкції з техніки безпеки

PHYWE



До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів під час викладання природничих наук.

PHYWE



## Інформація для учнів

### Мотивація

PHYWE



Налаштування струнного інструмента

Налаштування музичного обладнання дуже важливе для його звучання.

Налаштування гами, в якій інтервали складаються з цілих чисел, як у цьому прикладі, називається "чистим звукорядом". Однак він є точним лише для тональності, в якій була налаштована струна. Інші тональності звучать нечисто.

Приблизно з 1700 року стало звичним використовувати "темперований стрій": На октаву частота подвоюється, з 12 рівними півтоновими кроками (інтервалами) між ними, так що всі клавіші однаково добре відтворюють "чистоту" своїх інтервалів.

## Завдання

PHYWE



Експериментальна установка

1. Використовуйте сторону А (другу сталеву сторону гітари) і грайте гами, використовуючи лади на грифі.
2. Дослідіть, чи існує зв'язок між співвідношенням довжини струн нот і відповідного інтервалу.
3. Спробуйте налаштувати гітару з боку ля за допомогою камертона.

## Матеріал

PHYWE

| Посада | Матеріал                                                     | Пункт №. | Кількість |
|--------|--------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| 1      | <a href="#">Камертон 440 Гц</a>                              | 03424-00 | 1         |
| 2      | <a href="#">Ударний молоток, гумовий</a>                     | 03429-00 | 1         |
| 3      | <a href="#">Монохорд для учнівських експериментів, набір</a> | 13289-15 | 1         |
| 4      | <a href="#">Лоток для зберігання, 413 x 240 x 100 мм</a>     | 47325-02 | 1         |

## Підготовка

PHYWE

Гітара складається з голови грифа, грифа і корпусу. Вона має 6 струн, які кріпляться до містка (підставки) на корпусі та до кілків на голові гітари.

Струни спираються на ладові порожки і п'ятку грифа (між головою і грифом). На грифі є лади, за допомогою яких можна зменшити довжину струн на фіксовану відстань.

1. Покладіть гітару на стіл перед собою.
2. Ознайомтеся з ладами на грифі.
3. Для експерименту використовуйте другу сталеву струну (А-струну).

## Виконання роботи (1/4)

PHYWE

### експеримент 1

1. Візьміть струну А гітари, не кладучи палець на лад (основу струни).



Рисунок 1

2. Потім покладіть один палець лівої руки міцно на лади, один за одним:

Почніть від голови з 1-го по 12-й лад, а правою рукою смикніть струну біля звукового отвору.

3. Опишіть в протоколі експерименту, що Ви чуєте.

## Виконання роботи (2/4)

PHYWE

4. Зіграйте іншу гаму, цього разу кладучи пальці на лади 2, 4, 5, 7, 9, 11 і 12 один за одним після кореня.
5. Опишіть те, що Ви чуєте.

## Виконання роботи (3/4)

PHYWE

### експеримент 2

1. Знову послухайте основну ноту, потім покладіть палець на 12-й лад і цього разу візьміть струну додатково з іншого боку ладу.
2. Опишіть те, що Ви чуєте.
3. Виміряйте довжину рулеткою  $l$  всієї струни. Також виміряйте довжину струни від підставки (містка) на корпусі до 5-го ладу -  $l_5$ , до 7-го ладу -  $l_7$  і до 12-го ладу -  $l_{12}$ .
4. Покладіть палець на 5-й лад і візьміть струну над звуковим отвором. Чи гармонійний цей тон з основним? Як називається інтервал?
5. Повторіть крок 4 з 7-ого ладу.

## Виконання роботи (4/4)

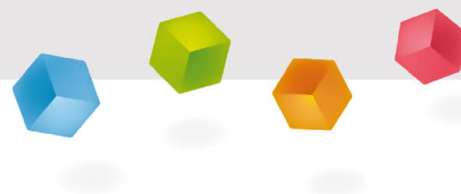
PHYWE

### експеримент 3

1. Покладіть палець на 12 лад з боку ля і візьміть його.
2. Одразу після цього сильно вдарте по камертону 440 Гц і покладіть його на стіл, щоб звук став голоснішим (найпростіше це зробити за допомогою другого учня).
3. Послухайте, як звучать обидві ноти разом.
4. Обережно повертайте кілочок на стороні "ля", поки камертон і струна "ля" не стануть звучати однаково.

PHYWE

## Протокол



## Завдання 1

PHYWE

Які фізичні величини, що описуються вібрацією, можна використовувати для опису висоти тону?

- ☐ Зсув фази  $\varphi$
- ☐ Період  $T$
- ☐ Кутова частота  $\omega$
- ☐ Амплітуда  $A$

☒ Перевірка.

## Завдання 2

PHYWE

Яка умова для довжини струни  $l$  повинна бути виконана, щоб отримати чисті тони?

Довжина струни  $l$  не впливає на чистоту тону.

Довжина струни  $l$  має бути непарним числом, кратним півторакратній довжині періоду  $T$  жодного звуку.

Тони завжди чисті, якщо струна має довжину не менше 38 см.

Довжина струни  $l$  має бути цілим числом, кратним періоду  $T$  тону, щоб тон був чистим.

## Завдання 3

PHYWE

Нотами гами є саме ті ноти, для яких довжина струни  $l$  є цілим числом, кратним довжині її періоду  $T$ .

☐ правильно☐ неправильно☒ Перевірка.

## Завдання 4

PHYWE

Як зміниться тон, якщо вдвічі зменшити довжину струни  $l$  ?

☐ Звучання залишається незмінним.☐ Звук стає нижчим, ніж раніше.☐ Звук стає вищим, ніж раніше.

| Слайд                     | Оцінка / Всього |
|---------------------------|-----------------|
| Слайд 17: Пітч            | 0/1             |
| Слайд 18: Довжина рядка   | 0/1             |
| Слайд 19: Масштаб         | 0/1             |
| Слайд 20: Довжина рядка 2 | 0/1             |

Всього  0/4 Рішення Повторити